

**Beata Białobrzaska**

Klinika Nefrologii, Transplantologii i Chorób Wewnętrznych, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne w Gdańsku

Wykorzystanie plastikowej igły w nakłuwaniu przetoki tętniczo-żylnej — doświadczenia własne

The use of a plastic needle in puncturing the arteriovenous fistula — individual experience

ABSTRACT

Long-term maintenance of vascular access is a key element in the care of a hemodialyzed patient. The factors determining the optimal use of arteriovenous fistula include: the condition of the vessels from which the fistula is made, the quality and length of fistula training prior to its first piercing, the optimal technique of cannulation, staff experience and the selection and appropriate use of dialysis needles. In the case of patients with a long-functioning and properly formed arteriovenous fistula, cannulation usually does not cause too many problems. The situation may change when it is necessary to perform cannulation of

a newly inserted arteriovenous fistula made of fragile, weak, deeply placed vessels without the possibility of using alternative solutions (no dialysis catheter in the patient). There is then the possibility of a precise puncture of arteriovenous fistula using a safe plastic cannula. This type of procedure may help to improve the safety of cannulation of difficult, delicate and deep vessels of the arteriovenous fistula, minimizing the development of serious vascular complications. The article describes the advantages of using a plastic needle in puncturing the arteriovenous fistula.

Forum Nefrol 2018, vol 11, no 4, 280–285**Key words:** arteriovenous fistula, plastic dialysis needle, metal dialysis needle, dialysis nursing

▶▶ Nakłucie przetoki dializacyjnej wymaga od pielęgniarek wiedzy i doświadczenia. Kaniulacja przetoki dializacyjnej nie polega jedynie na wprowadzeniu igły do żyły, w której płynie krew tętnicza, ale chodzi o to, żeby zrobić to w możliwie najmniej szkodliwy sposób, zapewniając komfort i bezpieczeństwo pacjenta ◀◀

WSTĘP

Kluczowym elementem wpływającym na jakość zabiegu hemodializy jest niewątpliwie dostęp naczyniowy. Pomimo stałego postępu w tym obszarze od wielu lat złotym standardem nadal pozostaje przetoka tętniczo-żylna wykonana z naczyń własnych (AVF, *arteriovenous fistula*) lub z tworzywa sztucznego (AVGs, *arteriovenous grafts*). Nakłucie przetoki dializacyjnej wymaga od pielęgniarek wiedzy i doświadczenia. Kaniulacja przetoki dializacyjnej nie polega jedynie na wprowadzeniu igły do żyły, w której płynie krew tętnicza, ale chodzi o to, żeby zrobić to w możliwie najmniej szkodliwy

sposób, zapewniając komfort i bezpieczeństwo pacjenta. Igła wprowadzana do ściany naczynia powoduje uszkodzenie śródbłonna stwarzając adhezję leukocytów, migrację komórki mięśniowej do błony wewnętrznej i jej proliferację. Kaskada ta sprzyja rozrostowi wewnętrznemu, zgrubieniu ściany naczynia, co może prowadzić do zwężenia żył [1–4]. W celu zmniejszenia konsekwencji uszkodzeń naczyń przetoki należy wziąć pod uwagę zarówno rodzaj, jak również średnicę igły, a także technikę kaniulacji nie zominając przy tym o kontroli bólu oraz obserwacji miejsca wkłucia. Każda czynność związana z obsługą przetoki dializacyjnej ma wpływ na jej stan i sytuację kliniczną pacjenta.

Adres do korespondencji:

mgr Beata Białobrzaska
Klinika Nefrologii, Transplantologii
i Chorób Wewnętrznych
Uniwersyteckie Centrum Kliniczne
ul. Dębinki 7, 80–211 Gdańsk
tel.: 58 349 25 54
e-mail: b.bialobrzaska@gmail.com

Tabela 1. Charakterystyka igieł metalowych i plastikowych (opracowanie własne)

Igła metalowa	Igła plastikowa
Posiada „tylne oko”, aby pomóc uzyskać stały dopływ krwi podczas dializy Ostra końcówka zapewnia funkcję cięcia ułatwiającą penetrację skóry warstwy i ścianę naczynia Posiada motylki ułatwiające uchwycenie igły podczas nakłuwania oraz przedłużenie drenu i wygodny klips blokujący wypływ krwi z przetoki Po wprowadzeniu do przetoki, z łatwością możliwe jest sprawdzenie czy igła znajduje się w odpowiednim miejscu (tętnienie przetoki) Jest dość ostra Sposób nakłucia jest zazwyczaj wykonywany pod kątem około 45 stopni Korekta miejsca wkłucia jest obciążona wysokim ryzykiem infiltracji Podczas zmiany pozycji ciała i/lub kończyny z przetoką istnieje wysokie ryzyko infiltracji Posiada stosunkowo niski koszt	Posiada 4 boczne okrągłe otwory blisko końcówki, aby pomóc utrzymać stały przepływ krwi podczas dializy Cienkościenne, miękkie tworzywo sztuczne minimalizuje ścianę naczynia na obrażenia Jest połączona z metalowym wkładem i posiada zapadkę uniemożliwiającą wypływ krwi poza światło kaniuli Nie posiada motylków Pomimo tępego zakończenia z łatwością przechodzi przez warstwę skóry Cofnięcie się krwi do kaniuli potwierdza obecność wkłucia w naczyniu przetoki Nie wymaga drenu oraz klipsa blokującego odpływ krwi z przetoki Indywidualny sposób nakłucia wykonywany pod kątem > niż 45 stopni Korekta miejsca wkłucia nie jest obciążona wysokim ryzykiem infiltracji Podczas zmiany pozycji ciała i/lub kończyny z przetoką nie istnieje wysokie ryzyko infiltracji Posiada stosunkowo wysoki koszt

RODZAJE I CHARAKTERYSTYKA IGIEŁ DIALIZACYJNYCH

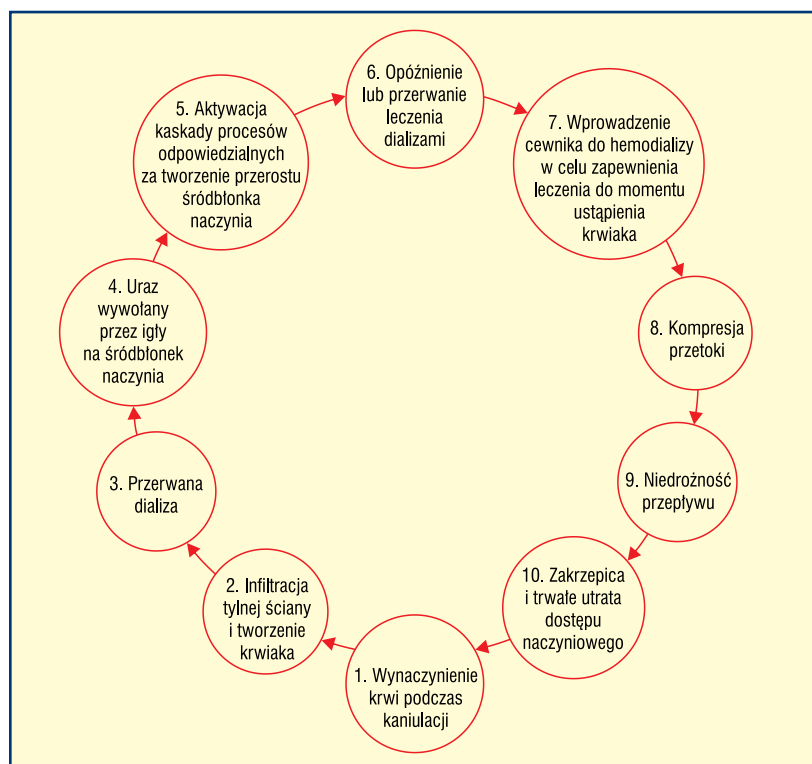
Na rynku medycznym istnieją aktualnie wiele rodzajów igieł dializacyjnych. Od ponad półwiecza w obszarze dializoterapii na całym świecie niezmiennie stosuje się metalowe igły. W wersji ostrej są one używane zazwyczaj do nakłuwania przetoki dializacyjnej metodą drabinkową. Charakterystyczną cechą tych igieł jest obecność obrotowego ostrego ostrza, silikonowej powłoki wewnętrznej oraz gładkiej wstawki zmniejszającej opór wewnętrzny. Rozpowszechniana od początku lat 70. metoda nakłuwania „dziurki od guzika” (*buttonhole cannulation technique*) przy pomocy standardowej igły metalowej doczekała się ponad 10 lat temu następcy w postaci specjalnej igły metalowej w tępej wersji. Obecnie ten rodzaj igieł ma zastosowanie głównie w Irlandii oraz wielu innych krajach Europy. Ze względu na wysoki koszt metoda ta nie znalazła zastosowania w Polsce [6, 7]. Alternatywą i ewenementem w technice dializacyjnej jest igła plastikowa, której cechą charakterystyczną jest cienkościenne, miękkie tworzywo sztuczne, zmniejszające ryzyko uszkodzenia ściany naczynia przetoki dializacyjnej. Budowa tej igły zbliżona jest do powszechnie znanego w środowisku pielęgniarskim wkłucia obwodowego typu wenflon. Igła plastikowa została zaprojektowana i wyprodukowana w Japonii, jednym z krajów na świecie, gdzie ze względu

na aspekt kulturowo-religijny istnieje ograniczony dostęp społeczny do transplantacji nerek oraz wykazuje się szczególną dbałość o przetokę dializacyjną. Charakterystykę oraz porównanie igieł metalowych i plastikowych zawarto w tabeli 1.

RYZYKO I KONSEKWENCJE NAKŁUWANIA PRZETOKI TĘTNICZO-ŻYŁNEJ

Stan naczyń krwionośnych pacjenta, z których wyłoniona jest przetoka dializacyjna to sprawa bardzo indywidualna. Na ich jakość wpływa bogata współchorobowość, wiek, a także częstość używania naczyń (żył) w okresie przeddializacyjnym. Pierwszorazowe użycie przetoki dializacyjnej powinno być poprzedzone wykonaniem przez pacjenta prawidłowym treningiem indywidualnym, prowadzonym pod nadzorem doświadczonej pielęgniarki dializacyjnej. Proces nakłucia przetoki dializacyjnej jest bardzo trudną procedurą wymagającą od personelu gruntownej wiedzy i doświadczenia w korzystaniu z naczyń krwionośnych pacjenta. Przed rozpoczęciem użycia przetoki należy zawsze wziąć pod uwagę stan ogólny chorego, położenie i głębokość naczyń, dokonać doboru odpowiednich igieł (rodzaj i średnica), a także zastosować odpowiednią technikę nakłuwania. Doświadczenie pielęgniarskie przekonuje, że nawet dobrze przygotowana przetoka dializacyjna może stwarzać wiele problemów (ryc. 1).

►►Prawidłowe wykonanie kaniulacji powinno być dokonane jednym, zdecydowanym, sprawnym ruchem, bez zbędnych manipulacji i repozycji igły. Tylko wówczas możliwe jest uniknięcie rozwoju powikłań (krwiał, przerost śródbłonka naczynia, tętniakowatość)◄◄



Rycina 1. Ryzyko niepowodzeń kaniulacji przetoki tętniczo-żylnej (opracowanie własne)

Tabela 2. Analiza porównawcza użycia igieł dializacyjnych metalowych vs. plastikowych [9]

Igle metalowe		
Kryterium oceny	Za	Przeciw
Kaniulacja	<ul style="list-style-type: none"> Łatwa technika kaniulacji. Większość pielęgniarek przyzwyczajona jest do tego rodzaju igieł Niższe prawdopodobieństwo dokonania błędu (zależy od doświadczenia personelu) 	<ul style="list-style-type: none"> Gruba metalowa igła może spowodować dotkliwe szkody w nakłuwaniu delikatnego naczyń Zwiększone ryzyko infiltracji podczas nakłucia
Leczenie		<ul style="list-style-type: none"> Limitowane obszary kaniulacji Niekontrolowane ruchy kończyn pacjenta stwarzają wysokie ryzyko infiltracji
Zakończenie zabiegu HD	<ul style="list-style-type: none"> Wysokie ryzyko infiltracji podczas usuwania plastra 	
Koszty	<ul style="list-style-type: none"> Niskie koszty bezpośrednie 	
Igle plastikowe		
Kaniulacja	<ul style="list-style-type: none"> Tępa plastikowa końcówka nie powoduje uszkodzeń dolnej ściany naczyń i zmniejsza ryzyko tworzenia krwiaków 	<ul style="list-style-type: none"> Stosunkowo trudna technika kaniulacji wymagająca przeszkolenia
Leczenie	<ul style="list-style-type: none"> Mniej krwiaków podczas kaniulacji Możliwe jest nakłuwanie nawet głębokich naczyń przetoki Wygodne zastosowanie pomimo gwałtownie wykonywanych ruchów ze strony pacjenta (pacjent niespokojny) 	<ul style="list-style-type: none"> Efekty leczenia uzależnione są od skuteczności kaniulacji
Zakończenie zabiegu HD	<ul style="list-style-type: none"> Niewielkie ryzyko infiltracji przy usuwaniu kaniuli oraz plastrów 	
Koszty		<ul style="list-style-type: none"> Stosunkowo wysokie koszty

Prawidłowe wykonanie kaniulacji powinno być dokonane jednym, zdecydowanym, sprawnym ruchem, bez zbędnych manipulacji i repozycji igły [4]. Tylko wówczas możliwe jest uniknięcie rozwoju powikłań (krwiak, przerost śródbłonka naczyń, tętniakowość). W ostatnim dziesięcioleciu wiele uwagi poświęcono nauce ukierunkowanej na analizę wpływu urazu dokonywanego poprzez igłę dializacyjną na śródbłonek naczyń. Zaobserwowano, że zmiany w naczyniu pacjenta w miejscu wprowadzenia igieł mogą rozwijać się stopniowo od kilku tygodni do kilku miesięcy. We wspomnianych badaniach poddano ocenie korelację przepływu krwi przez pompę na tworzenie się tętniaków w przetoce. Analizowano również aktywację kaskady biochemicznej odpowiadającej za przerost śródbłonka naczyń a następnie tworzenie skrzepliny przyściennej podczas dokonywania techniki manipulacji związanej z korektą igły w naczyniu przetoki. Ustalono, że intensywne nadużywanie tych samych odcinków przetoki do kaniulacji może powodować uszkodzenie skóry i elastycznej blaszki ściany naczyń, powodując powstawanie tętniaków, o różnicowanym rozmiarze [1–3, 5]. W dalszym etapie rozwoju tętniaków zmiany zwężeniowe mogą utrudniać przepływ krwi, co wymaga interwencji chirurgicznego utrzymywania lub przywracania drożności przetoki. Obszary objęte zwężeniami są nieestetyczne i powodują niewystarczający efekt wydializowania (Kt/V). W prowadzonych badaniach zwrócono również uwagę na efekt turbulencji wywołany użyciem igieł umieszczonych w przetoce dializacyjnej i znaczenie wpływu tego zjawiska na stan przetoki. Wzrost prędkości przepływu krwi w przetoce jest wprost proporcjonalny do wzrostu przepływu krwi przez pompę. Zaobserwowano, że im wyższe turbulencje w świetle przetoki tym bardziej intensywny rozrost śródbłonka naczyń oraz możliwość powikłań naczyniowych. Powyższe obserwacje różnią się znacząco przy użyciu dwóch rodzajów igieł (metalowej vs. plastikowej). Wydaje się, że analizowane spostrzeżenia dotyczące bezpieczeństwa i skuteczności użycia igieł dializacyjnych przemawiają na korzyść igieł plastikowych (ryc. 2) [4, 8]. Biorąc pod uwagę powyższe obserwacje oraz inne wynikające z codziennego zastosowania (tab. 2) można przypuszczać, że mogą one zrewolucjonizować dotychczasowe spojrzenie na bezpieczeństwo kaniulacji i czas przeżycia przetoki u pacjentów hemodializowanych.



Rycina 2. Igła plastikowa



Rycina 3. Przetoka tętniczo-żylna wykonana z naczyń własnych przed pierwszym nakłuciem (28 marca 2018)

WYKORZYSTANIE PLASTIKOWEJ IGŁY DIALIZACYJNEJ — DOŚWIADCZENIA WŁASNE

Korzystając z dostępności do bezpiecznej plastikowej kaniuli dializacyjnej podjęto próbę oceny nowej technologii. Udoskonalona technologia dostępu naczyniowego z założenia ma zadanie zapewnienia elastyczności podczas zabiegu hemodializy. Plastikowa kaniula, która została użyta, składa się z dwóch elementów — ostrej metalowej kaniuli igły oraz tępo zakończonej kaniuli. Po usunięciu metalowej igły uruchamia się mechanizm bezpieczeństwa, który zakrywa ostrą końcówkę, pozostawiając

w ciele pacjenta tylko elastyczną kaniulę wykorzystywaną do hemodializy lub innego zabiegu, gdzie istnieje konieczność pozostawienia tego rodzaju wkłucia na długi czas (ryc. 3). Potażowym badaniem obserwacyjnym objęto łącznie 7 pacjentów (3 kobiety i 4 mężczyzn) leczonych metodą hemodializy (4 pacjentów), technik ciągłych (1 pacjent) oraz metodą aferezy (1 pacjent) (tab. 3). Wszyscy obserwowani pacjenci byli hospitalizowani w Uniwersyteckim Centrum Klinicznym w Gdańsku. Materiał badawczy zebrano od 1 lipca 2017 roku do 10 kwietnia 2018 roku. Zastosowano metodę obserwacji bezpośredniej. U połowy pacjentów ($n = 3$) zastosowano analizę porównawczą mierzalnych wyznaczników obserwacji odnosząc się do czasu, w którym zastosowano standardowe igły dializacyjne (metalowe) vs. bezpieczną (plastikową) kaniulę Argyle (ryc. 2). Wskaźnikami obserwacji były: ból podczas kaniulacji (z wykorzystaniem *Visual Analogue Scale*), efektywność kaniulacji, wskaźnik adekwatności dializy (Kt/V), wartość ciśnienia żylnego, wartość ciśnienia tętniczego, ilość incydentów wysunięcia igły podczas zabiegu hemodializy, ilość niepowodzeń podczas kaniulacji, ilość perforacji ściany naczynia przetoki podczas rozpoczęcia i trwania zabiegu hemodializy, ilość zakłóc igłą przez personel pielęgniarstwa w czasie wykonywania procedury dializacyjnej. Dokonano łącznie 180 nakłuć standardową igłą dializacyjną (metalową) oraz 200 nakłuć przy użyciu bezpiecznej kaniuli Argyle. Wszystkie dokonane wkłucia przy użyciu bezpiecznej kaniuli Argyle (plastikowa) były udane. W porów-

▶▶Udoskonalona technologia dostępu naczyniowego z założenia ma zadanie zapewnienia elastyczności podczas zabiegu hemodializy. Plastikowa kaniula, która została użyta, składa się z dwóch elementów — ostrej metalowej kaniuli igły oraz tępo zakończonej kaniuli. Po usunięciu metalowej igły uruchamia się mechanizm bezpieczeństwa, który zakrywa ostrą końcówkę, pozostawiając w ciele pacjenta tylko elastyczną kaniulę wykorzystywaną do hemodializy lub innego zabiegu, gdzie istnieje konieczność pozostawienia tego rodzaju wkłucia na długi czas◀◀

Tabela 3. Charakterystyka badanej grupy ($n = 7$)

Pacjent	Opis
Pacjent 1. (K), 59 lat	Przetoka głęboko położona naramienna, funkcjonująca od około 3 lat Toczeń rumieniowaty
Pacjent 2. (K), 74 lat	Przetoka przedramienna, funkcjonująca od około 15 lat Nefropatia kłębuszkowa
Pacjent 3. (K), 81 lat	Przetoka przedramienna, funkcjonująca od około 5 lat Nefropatia cukrzycowa
Pacjent 4. (M), 79 lat	Nowo wytworzona przetoka naramienna (do 30 dni) Nefropatia nadciśnieniowa, po wykonaniu 6 zabiegów hemodializy pacjent przekazany do innego ośrodka
Pacjent 5. (M), 48 lat	Nowo wytworzona przetoka przedramienna (do 30 dni) wykorzystywana do zabiegów aferezy terapeutycznej Genetycznie uwarunkowana hipercholesterolemia
Pacjent 6. (M), 31 lat	Nowo wytworzona przetoka przedramienna (do 30 dni) Reumatoidalne zeszytniające zapalenie stawów, amyloidoza
Pacjent 7 (M), 51 lat	Przetoka przedramienna funkcjonująca od 17 lat Nefropatia cukrzycowa. Dokonano pojedynczego incydentu kaniulacji dwóch plastikowych igieł. W celu wykonania przewlekłej tętniczo-żylną ultrafiltracji (SCUF, <i>slow continuous ultrafiltration</i>) igły pozostawiono w naczyniach przetoki permanentnie przez 4 dni

Tabela 4. Analiza porównawcza użycia igieł metalowych i plastikowych (doświadczenia własne; n = 3)

Parametr	Igła metalowa	Igła plastikowa
Ból podczas kaniulacji	0–5	0–2
Średni wskaźnik adekwatności dializy Kt/V	1,62	2,28
Zakres wartości ciśnienia żylnego	164	185
Średnia wartości ciśnienia żylnego	163	146
Zakres wartości ciśnienia tętniczego	–182	–222
Średnia wartość ciśnienia tętniczego	–218	–172
Liczba incydentów wysunięcia igieł podczas zabiegu hemodializy	0	0
Liczba perforacji tylnej ściany naczynia przetoki w czasie kaniulacji lub w czasie usuwania igieł	4	0

►►Podsumowując, należy podkreślić, że niewielkie doświadczenia zdobyte podczas wykorzystania bezpiecznej plastikowej kaniuli do nakłuwania przetoki dializacyjnej upoważniają do potwierdzenia jej bezpieczeństwa. Tworzywo sztuczne użyte do jej produkcji ogranicza ryzyko urazu zarówno podczas samego nakłuwania, jak i całej dializy. Pacjenci, u których użyto opisywanych igieł, mogli w czasie zabiegów dializy oraz aferezy swobodnie zmieniać pozycję nakłutej kończyny bez ryzyka przekłucia◀◀

naniu do użycia standardowej igły dializacyjnej zaobserwowano 4 niepowodzenia (przekłucie tylnej ściany naczynia przetoki tętniczo-żylnego) i dotyczyły one 1 pacjentki. Średni wynik pomiaru intensywności bólu podczas nakłuwania przetoki przy użyciu bezpiecznej kaniuli Argyle wynosił od 0 do 2 vs. standardowej igły dializacyjnej od 0 do 5 (tab. 4). Całościowa obserwacja wykazała brak jakichkolwiek trudności z efektywnością nakłuwania przy użyciu bezpiecznej kaniuli Argyle u wszystkich poddanych badaniu pacjentów (ryc. 3–7). Podczas obserwacji wykazano zadawalający wynik wskaźnika adekwatności dializy (Kt/V), który wynosił od 1,48 do 2,04 i był porównywalny z wartościami uzyskanymi w czasie stosowania standardowych igieł dializacyjnych. U trzech pacjentów zwrócono uwagę na zwiększone wartości ciśnienia tętniczego (o około 20%) obecne w krążeniu pozastrojowym, które nie miało wpływu na ostateczny efekt wydializowania.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

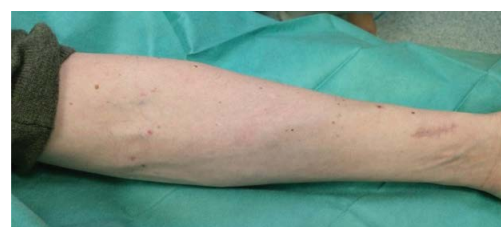
Podsumowując, należy podkreślić, że niewielkie doświadczenia zdobyte podczas wykorzystania bezpiecznej plastikowej kaniuli do nakłuwania przetoki dializacyjnej upoważniają do potwierdzenia jej bezpieczeństwa. Tworzywo sztuczne użyte do jej produkcji ogranicza ryzyko urazu zarówno podczas samego nakłuwania, jak i całej dializy. Pacjenci, u których użyto opisywanych igieł, mogli w czasie zabiegów dializy oraz aferezy swobodnie zmieniać pozycję nakłutej kończyny bez ryzyka przekłucia. Należy podkreślić, że plastikowe igły dializacyjne mogą stanowić doskonałą alternatywę w porównaniu do igieł tradycyjnych, zwłaszcza u pacjentów z nową, delikatną przetoką w celu przygotowania jej do długoterminowego użycia [8].



Rycina 4. Przetoka tętniczo-żylna wykonana z naczyń własnych po 7 dniach od pierwszego nakłucia (4 kwietnia 2018)



Rycina 5. Przetoka tętniczo-żylna wykonana z naczyń własnych po 14 dniach od pierwszego użycia (13 kwietnia 2018)



Rycina 6. Przetoka tętniczo-żylna wykonana z naczyń własnych po 30 dniach od pierwszego użycia (30 kwietnia 2018)



Rycina 7. Przetoka tętniczo-żylna wykonana z naczyń własnych po 3 miesiącach od pierwszego użycia

STRESZCZENIE

Wieloletnie utrzymanie dostępu naczyniowego jest kluczowym elementem opieki nad pacjentem hemodializowanym. Do czynników determinujących optymalne użytkowanie przetoki tętniczo-żylniej zalicza się: stan naczyń, z których wykonana jest przetoka, jakość i długość treningu przetoki przed jej pierwszorazowym nakłuciem, optymalna technika kaniulacji, doświadczenie personelu, a także dobór i odpowiednie użycie igieł dializacyjnych. W przypadku pacjentów z długo funkcjonującą i prawidłowo wykształconą przetoką tętniczo-żylną kaniulacja nie sprawia zazwyczaj zbyt wielu problemów. Sytuacja może się zmienić w przypadku konieczności wykonania kaniulacji nowo założonej przetoki tętniczo-żylniej wykonanej

z kruchych, słabych, głęboko położonych naczyń bez możliwości wykorzystania alternatywnych rozwiązań (brak cewnika dializacyjnego u pacjenta). Istnieje wówczas możliwość podjęcia ryzyka precyzyjnego nakłucia przetoki tętniczo-żylniej przy użyciu bezpiecznej kaniuli plastikowej. Ten rodzaj postępowania może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa kaniulacji trudnych, delikatnych i głęboko położonych naczyń przetoki tętniczo-żylniej ograniczając do minimum rozwój groźnych powikłań naczyniowych. W artykule przedstawiono zalety używania plastikowej igły w nakłuwaniu przetoki tętniczo-żylniej.

Forum Nefrol 2018, tom 11, nr 4, 280–285

Słowa kluczowe: przetoka tętniczo-żylna, plastikowa igła dializacyjna, metalowa igła dializacyjna pielęgniarstwo dializacyjne

Piśmiennictwo

1. Lee T., Ul-Haq N. New developments in our understanding of neointimal hyperplasia. *Adv. Chronic Kidney Dis.* 2015; 22: 431–437.
2. Remuzzi A., Ene-Iordache B. Novel paradigms for dialysis vascular access: upstream hemodynamics and vascular remodeling in dialysis access stenosis. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2013; 8: 2186–2193.
3. Lee T., Roy-Chaudhury P. Advances and new frontiers in the pathophysiology of venous neointimal hyperplasia and dialysis access stenosis. *Adv. Chronic Kidney Dis.* 2009; 16: 329–338.
4. Maricorena R., Donnell S. Impact of needles in vascular access for hemodialysis. *J. Vasc. Access* 2016; 17 (supl. 1): 32–37.
5. Lee T. Novel paradigms for dialysis vascular access: downstream vascular biology — is there a final common pathway? *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2013; 8: 2194–2201.
6. Maricorena R., Hunter J., Cook R. i wsp. A simple method to create buttonhole cannulation tracks in a busy hemodialysis unit. *Hemodialysis Int.* 2009; 13: 316–321.
7. Atkar R.K., MacRae J.M. The buttonhole technique for fistula cannulation: pros and cons. *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.* 2013; 22: 629–636.
8. Letachowicz K., Kusztla M., Gołębiewski T., i wsp. Use of Plastic Needles for Early Arteriovenous Fistula Cannulation. *Blood Purif.* 2015; 40: 155–159.
9. Parisotto M.T., Pelliccia F., Bedenbender-Stoll E. Haemodialysis plastic cannulae — a possible alternative to traditional metal needles? *J. Vasc. Access* 2016.